

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8 - 1 6 6 4 0 1

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 6 月 25 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G O I P 15/09

H O I L 29/84

41/09

A

H O I L 41/08

U

審査請求 未請求 請求項の数 3

O L

(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平 6 - 307442

(22) 出願日 平成 6 年 (1994) 12 月 12 日

(71) 出願人 000006231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目 26 番 10 号

(72) 発明者 多保田 純

京都府長岡京市天神二丁目 26 番 10 号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 宇波 俊彦

京都府長岡京市天神二丁目 26 番 10 号 株式会社村田製作所内

(72) 発明者 井上 二郎

京都府長岡京市天神二丁目 26 番 10 号 株式会社村田製作所内

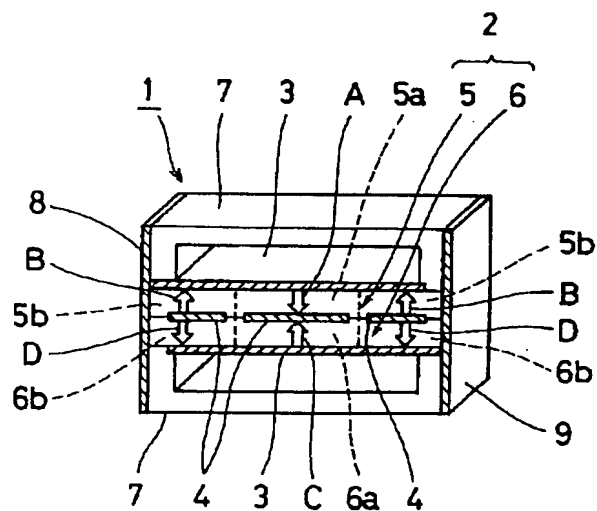
(74) 代理人 弁理士 岡田 和秀

(54) 【発明の名称】 圧電体素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 同一面に対する 2 度にわたっての電極形成を行う必要がなく、製造時に要する手間の削減を図ることができる圧電体素子及びその製造方法を提供する。

【構成】 本発明に係る圧電体素子 1 は、矩形平板状を有する圧電セラミックス体 2 の内部には長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに分離して配置された内部電極 4 が形成され、かつ、圧電セラミックス体 2 の主表面上には信号取出電極 3 がそれぞれ形成されている一方、内部電極 4 を介して互いに対向する圧電セラミックス体 2 の長手方向に沿う中央部 5 a、6 a 及び端部 5 b、6 b の各々は厚み方向に沿って異なる向きごとに分極処理されていることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 矩形平板状を有する圧電セラミックス体の内部には長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに分離して配置された内部電極が形成され、かつ、圧電セラミックス体の主表面上には信号取出電極がそれぞれ形成されている一方、内部電極を介して互いに対向する圧電セラミックス体の長手方向に沿う中央部及び端部の各々は厚み方向に沿って異なる向きごとに分極処理されていることを特徴とする圧電体素子。

【請求項2】 圧電セラミックスからなる矩形平板状のグリーンシートを2枚用意した後、一方側のグリーンシートにおける一面上の長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに導電ペーストを塗布して内部電極パターンを形成する工程と、内部電極パターンが形成されたグリーンシートの一面上に他方側のグリーンシートの一面を重ね合わせた後、焼成処理によって圧電セラミックス体を作製すると同時に内部電極を焼き付ける工程と、圧電セラミックス体の主表面上に導電ペーストを塗布したうえで焼き付け処理によって信号取出電極を形成する工程と、信号取出電極及び内部電極の各々を用いたうえで圧電セラミックス体の中央部及び端部それぞれの分極処理を行う工程とを含んでいることを特徴とする請求項1に記載した圧電体素子の製造方法。

【請求項3】 焼成済みとなった矩形平板状の圧電セラミックス板を2枚用意した後、各圧電セラミックス板における一面上の長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに導電ペーストを塗布して内部電極パターンの各々を形成し、かつ、各圧電セラミックス板の他面上に導電ペーストを塗布して信号取出電極パターンを形成したうえでの焼き付け処理によって内部電極及び信号取出電極を形成する工程と、信号取出電極及び内部電極の各々を用いたうえで各圧電セラミックス板の中央部及び端部それぞれの分極処理を行う工程と、内部電極が形成された圧電セラミックス板の一面同士を接着する工程とを含んでいることを特徴とする請求項1に記載した圧電体素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、加速度センサを構成する際に使用される圧電体素子及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、衝撃検出用などとして使用される加速度センサのうちには圧電体素子を組み込んで構成されたものがあり、これら圧電体素子の中には図5で示すようなバイモルフ構造を有するものがある。すなわち、この圧電体素子20は、主表面上それぞれに信号取出電極21が形成され、かつ、これら信号取出電極21と平行する内部電極22が埋設された矩形平板状の圧電セラミックス体23を具備したものであり、信号取出

電極21の各々は、圧電セラミックス体23の長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに分離して配置された3つずつの表面電極24と、これらの表面電極24を一括して覆う接続電極25とから構成されている。

【0003】そして、これら信号取出電極21のうちの一方側（図では、上側）は圧電セラミックス体23の一方側外端面（図では、左側）にまで延出される一方、他方側（図では、下側）の信号取出電極21は他方側外端面（図では、右側）にまで延出されている。また、内部電極22を挟んで対向することによって圧電セラミックス体23を構成しているセラミックス領域26、27それぞれの長手方向は3つずつの部分ごと、つまり圧電体素子20に対する加速度の作用に伴って発生した応力が変化する境界線を介したうえでの中央部26a、27aと端部26b、27bとに区分されており、中央部26a、27aと端部26b、27bとの各々は厚み方向に沿って互いに異なる向きとなるよう内部電極22及び表面電極24を用いたうえで分極処理されている。

【0004】すなわち、ここでのセラミックス領域26を構成する中央部26a及び端部26bの各々は互いに異なる分極の向きA、Bを有しており、セラミックス領域27を構成する中央部27a及び端部27bの各々も互いに異なる分極の向きC、Dを有している。そして、この際、例えば、中央部26a、27aの各々における分極の向きA及びCは近ずきあう内向きとされており、また、端部26b、27bの各々における分極の向きB及びDは互いに遠ざかりあう外向きとされている。

【0005】さらに、この圧電体素子20の長手方向に沿う両端縁は側面視「コ」字形状となった一対の挟持枠体28によって固定支持されており、圧電セラミックス体23の主表面上に形成された信号取出電極21の各々は圧電セラミックス体23及び挟持枠体28の互いに異なる外端面上に形成された外部引出電極29、30の各々に対して接続されている。

【0006】なお、このような構成とされた圧電体素子20を使用するのは、以下のような理由に基づいている。すなわち、この圧電体素子20に対して加速度が作用した場合には、圧電セラミックス体23を構成するセラミックス領域26、27それぞれの中央部26a、27a及び端部26b、27bが慣性力の作用によって変形することになり、この際における各部26a、27a、26b、27bは変形に伴って生じた引張応力もしくは圧縮応力を受ける。そこで、これらの各部26a、27a、26b、27bにおいては、各々の分極の向きA～Dと受けた応力との相乗効果によって電荷発生量が増大することになり、圧電体素子20の全体における電荷発生量が増大する結果、加速度センサの検出感度が向上するという利点が得られるのである。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、前記従来例

に係る圧電体素子 20 の製造に際しては、圧電セラミックス体 23 を構成するセラミックス領域 26、27 の中央部 26a、27a 及び端部 26b、27b それぞれに対する分極処理を実行する必要上、互いに分離して配置された 3 つずつの表面電極 24 を予め圧電セラミックス体 23 の主表面上それぞれに形成したうえ、分極処理の完了した後工程において表面電極 24 を一括的に覆う接続電極 25 を形成して信号取出電極 21 を構成することが行われていた。

【0008】しかしながら、このような製造方法を採用したのでは、圧電セラミックス体 23 の主表面上に対する電極形成を 2 度にわたって行う必要があることから手間を要するばかりか、表面電極 24 及び接続電極 25 間における接続安定性の確保が困難となったり、加熱に伴う脱分極が生じることにもなりかねなかった。また、これらの不都合を避けるためには、例えば、導電ペーストの焼き付け処理によって表面電極 24 を形成したうえで接続電極 25 をスパッタリング処理によって形成するというような製造方法を採用しなければならず、これでは製造時に要する手間及び設備コストの増大を招いてしまうことになる。

【0009】本発明は、従来例の不都合に鑑みて創案されたものであって、同一面に対する 2 度にわたっての電極形成を行う必要がなく、製造時に要する手間の削減を図ることができる圧電体素子及びその製造方法の提供を目的としている。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明に係る圧電体素子は、矩形平板状を有する圧電セラミックス体の内部には長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに分離して配置された内部電極が形成され、かつ、圧電セラミックス体の主表面上には信号取出電極がそれぞれ形成されている一方、内部電極を介して互いに対向する圧電セラミックス体の長手方向に沿う中央部及び端部の各々は厚み方向に沿って異なる向きごとに分極処理されていることを特徴とするものである。

【0011】そして、本発明に係る第 1 の製造方法は、圧電セラミックスからなる矩形平板状のグリーンシートを 2 枚用意した後、一方側のグリーンシートにおける一面上の長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに導電ペーストを塗布して内部電極パターンの各々を形成する工程と、内部電極パターンが形成されたグリーンシートの一面上に他方側のグリーンシートの一面を重ね合わせた後、焼成処理によって圧電セラミックス体を作製すると同時に内部電極を焼き付ける工程と、圧電セラミックス体の主表面上に導電ペーストを塗布したうえでの焼き付け処理によって信号取出電極を形成する工程と、信号取出電極及び内部電極の各々を用いたうえで圧電セラミックス体の中央部及び端部それぞれの分極処理を行う工程とを含んでいる。

【0012】また、第 2 の製造方法は、焼成済みとなった矩形平板状の圧電セラミックス板を 2 枚用意した後、各圧電セラミックス板における一面上の長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに導電ペーストを塗布して内部電極パターンの各々を形成し、かつ、各圧電セラミックス板の他面上に導電ペーストを塗布して信号取出電極パターンを形成したうえでの焼き付け処理によって内部電極及び信号取出電極を形成する工程と、信号取出電極及び内部電極の各々を用いたうえで各圧電セラミックス板の中央部及び端部それぞれの分極処理を行う工程と、内部電極が形成された圧電セラミックス板の一面同士を接着する工程とを含んでいる。

#### 【0013】

【作用】上記構成及び方法によれば、内部電極を分離したうえでの分極処理を行っているので、分離された表面電極を予め形成したうえでの分極処理を実行する必要はなくなり、分極処理完了後に接続電極を形成して信号取出電極を構成する必要もないことになる。

#### 【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0015】図 1 は本実施例に係る圧電体素子を簡略化して示す一部破断斜視図、図 2 は製造方法の前段階を示す工程断面図、図 3 は製造方法の後段階を示す工程断面図であり、図 4 は製造方法の前段階の変形例を示す工程断面図である。なお、図中の符号 1 は、圧電体素子である。

【0016】本実施例に係る圧電体素子 1 は従来例と同一の機能を実現し得るバイモルフ構造とされたものであり、図 1 で示すように、所定厚みを有する矩形平板状の圧電セラミックス体 2、例えば、圧電セラミックスからなるグリーンシートを焼成処理するなどの方法によって作製された圧電セラミックス体 2 を具備している。そして、圧電セラミックス体 2 の主表面上には一層構造となった信号取出電極 3 がそれぞれ形成されており、一方側（図では、上側）の信号取出電極 3 は圧電セラミックス体 2 の一方側外端面（図では、左側）にまで延出される一方、他方側（図では、下側）の信号取出電極 3 は圧電セラミックス体 2 の他方側外端面（図では、右側）にまで延出されている。

【0017】また、この際、圧電セラミックス体 2 の内部には、その長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに分離して配置された 3 つの内部電極 4 が信号取出電極 3 と平行する状態となったうえで埋設されている。さらに、これらの内部電極 4 を挟んだ状態で対向して圧電セラミックス体 2 を構成するセラミックス領域 5、6 の各々は、内部電極 4 と同じく、圧電セラミックス体 2 の長手方向に沿って分離された 3 つずつの部分、つまり中央部 5a、6a と端部 5b、6b とに区分されている。そして、セラミックス領域 5、6 それぞれにおける中央部

5 a, 6 a 及び端部 5 b, 6 b の各々は、従来例同様、厚み方向に沿って互いに異なる向きごとに分極処理されている。

【0018】すなわち、これらセラミックス領域 5, 6 に対する分極処理は信号取出電極 3 及び内部電極 4 の各々を用いて行われているのであり、ここでは、セラミックス領域 5 を構成する中央部 5 a 及び端部 5 b が分極の向き A, B を有し、かつ、セラミックス領域 6 を構成する中央部 6 a 及び端部 6 b が分極の向き C, D を有することになっている。さらに、この圧電体素子 1 の長手方向に沿う両端縁は側面視「コ」字形状となった一対の挟持枠体 7 によって固定支持されており、圧電セラミックス体 2 の主表面上に形成された信号取出電極 3 の各々は圧電セラミックス体 2 及び挟持枠体 7 の互いに異なる外端面上に形成された外部引出電極 8, 9 のそれぞれに対して接続されている。

【0019】つぎに、図 1 で示した圧電体素子 1 の製造手順を、図 2 及び図 3 で示す工程断面図に基づいて説明する。なお、これらの図においては、個々の圧電体素子 1 に見合う大きさ及び形状の範囲を仮想線で区切るこ

【0020】まず、図 2 (a) で示すように、圧電体素子 1 を構成する圧電セラミックス体 2 の多数個に見合った大きさ及び形状を有する矩形平板状のグリーンシート、つまり圧電セラミックスを用いて作製されたうえで最終的にセラミックス領域 5, 6 となるグリーンシート 10 を 2 枚用意する。そして、一方側（図では、下方側）のグリーンシート 10 における一面上、すなわち、単一個の圧電セラミックス体 2 に対応する一面上それぞれの長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに、銀や銀パラジウムなどのような導電ペーストをスクリーン印刷などの手法でもって塗布した後、100℃程度の温度下で乾燥させることによって互いに分離した状態で配置された内部電極パターン 11 を形成する。

【0021】さらに、図 2 (b) で示すように、内部電極パターン 11 の各々が形成されたグリーンシート 10 の一面上に他方側のグリーンシート、つまり内部電極パターン 11 が形成されていないグリーンシート 10 の一面を重ね合わせた後、1000℃程度の温度下で焼成処理する。すると、重ね合わせ状態にあった 2 枚のグリーンシート 10 同士は焼成処理に伴って互いに接合されることになり、一体となった圧電セラミックス基体 12 が作製される。また、これら 2 枚のグリーンシート 10 間に介装されていた内部電極パターン 11 も焼成処理に伴って同時に焼き付けられることになり、互いに分離して配置された内部電極 4 の各々が形成されたことになる。

【0022】引き続き、図 2 (c) で示すように、圧電セラミックス基体 12 の主表面上に導電ペーストをそれぞれ塗布したうえ、100℃程度の温度下で乾燥させることによって信号取出電極パターン 13 を形成した後、

800℃程度の温度下で焼き付け処理すると、信号取出電極 3 の各々が形成されたことになる。その後、信号取出電極 3 と内部電極 4 の各々との間に直流電界を印加することにより、圧電セラミックス体 2 を構成するセラミックス領域 5, 6 それぞれの中央部 5 a, 6 a 及び端部 5 b, 6 b に対する分極処理を行う。なお、この際における各部 5 a, 6 a, 5 b, 6 b それぞれの分極処理は、図 1 で示した分極の向き A~D となるように設定したうえで行われる。

【0023】その後、図 3 (a) で示すように、内表面側の所定位置ごとに所定幅寸法の凹溝 14 が形成された挟持枠基体 15 を用意し、かつ、信号取出電極 3 が形成された圧電セラミックス基体 12 の主表面上それぞれに対して挟持枠基体 15 の各々を貼り合わせるることによって一体化する。そして、個々の圧電セラミックス体 2 に見合う大きさ及び形状の範囲を区切って設定された仮想線のそれぞれに従って圧電セラミックス基体 12 及び挟持枠基体 15 を切断すると、図 3 (b) で示すような圧電体素子、すなわち、3 つの内部電極 4 が内部に埋設された圧電セラミックス体 2 と一対の挟持枠体 7 とからなる圧電体素子が得られる。

【0024】そこで、得られた圧電体素子それぞれの外端面上、つまり圧電セラミックス体 2 及び挟持枠体 7 の外端面上に外部引出電極 8, 9 を形成すると、図 1 で示したバイモルフ構造の圧電体素子 1 として完成する。そして、この際における各信号取出電極 3 は外部引出電極 8, 9 の各々と「T」字形に接続されたうえ、互いに導通している。さらにまた、以上のような手順に従って製造された圧電体素子 1 の各々は加速度センサに対して組み込まれたうえ、これら加速度センサにおける加速度検出用として用いられることになる。

【0025】ところで、本実施例に係る圧電体素子 1 の製造方法が図 2 で示した手順に限られることはなく、図 4 で示すような手順を採用することも可能である。なお、図 4 は圧電体素子 1 の製造時における前段階の変形例を示しており、この図 4 において図 2 と共通する部品及び部分については同一符号を付している。

【0026】この変形例においては、図 4 (a) で示すように、予め焼成済みとなった矩形平板状の圧電セラミックス板、つまり圧電体素子 1 を構成する圧電セラミックス体 2 の多数個に見合った大きさ及び形状を有する圧電セラミックス板 17 の 2 枚をまずもって用意する。そして、各圧電セラミックス板 17 における一面上、すなわち、単一個の圧電セラミックス体 2 に対応する一面上それぞれの長手方向に沿う中央位置及び端部位置ごとに、導電ペーストを塗布したうえで乾燥させることによって互いに分離した状態で配置された内部電極パターン 11 の各々を形成する。

【0027】その後、図 4 (b) で示すように、各圧電セラミックス板 17 の他面上に導電ペーストを塗布して

7

信号取出電極パターン 1 3 を形成したうえ、内部電極パターン 1 1 及び信号取出電極パターン 1 3 を同時に焼き付け処理することによって信号取出電極 3 及び内部電極 4 の各々を形成する。さらに、各圧電セラミックス板 1 7 における信号取出電極 3 と内部電極 4 の各々との間に直流電界を印加することにより、その長手方向に沿う中央部 1 7 a 及び端部 1 7 b に対する分極処理を行う。すなわち、これら圧電セラミックス板 1 7 の各々は最終的にセラミックス領域 5、6 となるものであり、ここではセラミックス領域 5、6 それぞれの中央部 5 a、6 a 及び端部 5 b、6 b に対する分極処理を行ったことになる。

【0028】さらに、図 4 (c) で示すように、内部電極 4 の各々が形成された圧電セラミックス板 1 7 の一面同士を熱硬化性接着剤 (図示していない) を用いて接着したうえで加熱すると、これらの圧電セラミックス板 1 7 は一体化された圧電セラミックス基体 1 2 となる。そして、この際、以上の手順に従って作製された圧電セラミックス基体 1 2 は、図 2 (c) で示したと同構造を有していることになる。そこで、図 3 で示した製造方法の後段階における手順に従うと、図 1 で示したバイモルフ構造を有する圧電体素子 1 として完成する。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る圧電体素子及びその製造方法によれば、分離して配置された内部電極を圧電セラミックス体の内部に形成し、かつ、これらの内部電極を用いたうえでセラミックス領域それぞれの各部に対する分極処理を行っているので、分離された表面電極を予め圧電セラミックス体の主表面上に形成したうえでの分極処理を実行する必要はなくなり、分

8

極処理完了後に接続電極を形成することによって 2 層構造の信号取出電極を構成する必要もなくなる。その結果、2 層構造の信号取出電極を構成する際におけるような各種の不都合が生じることは起こらず、圧電体素子の製造時に要する手間の削減を図ることができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施例に係る圧電体素子を簡略化して示す一部破断斜視図である。

【図 2】本実施例に係る製造方法の前段階を示す工程断面図である。

【図 3】本実施例に係る製造方法の後段階を示す工程断面図である。

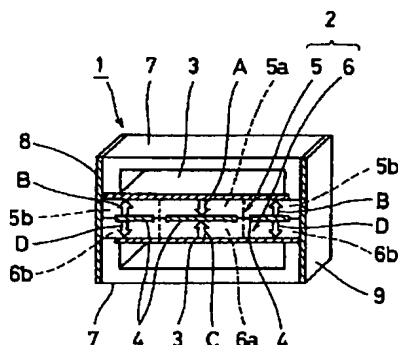
【図 4】本実施例に係る製造方法の前段階の変形例を示す工程断面図である。

【図 5】従来例に係る圧電体素子を簡略化して示す一部破断斜視図である。

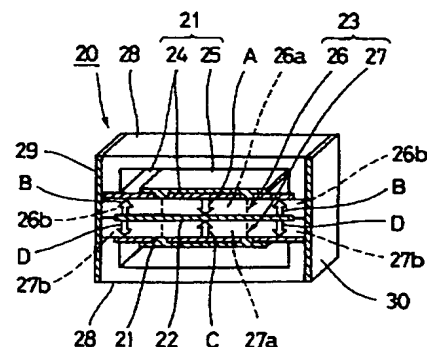
【符号の説明】

- |     |              |
|-----|--------------|
| 1   | 信号取出電極       |
| 2   | 内部電極         |
| 3   | 圧電セラミックス体    |
| 4   | 表面電極         |
| 5   | 接続電極         |
| 6   | セラミックス領域     |
| 7   | セラミックス領域     |
| 6 a | セラミックス領域の中央部 |
| 6 b | セラミックス領域の端部  |
| 7 a | セラミックス領域の中央部 |
| 7 b | セラミックス領域の端部  |

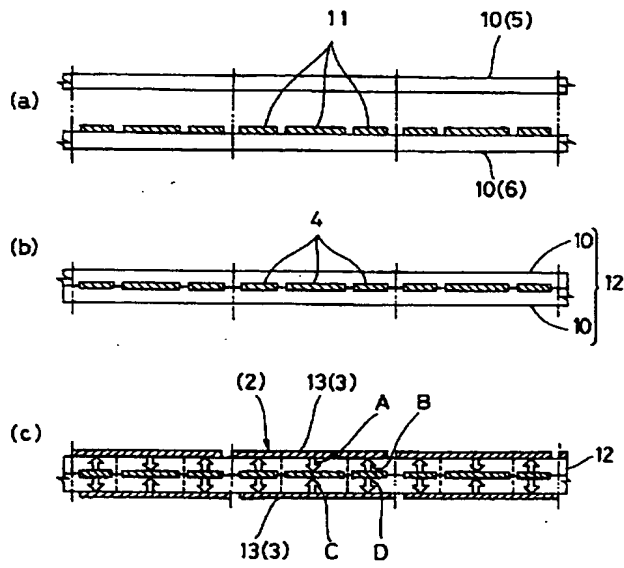
【図 1】



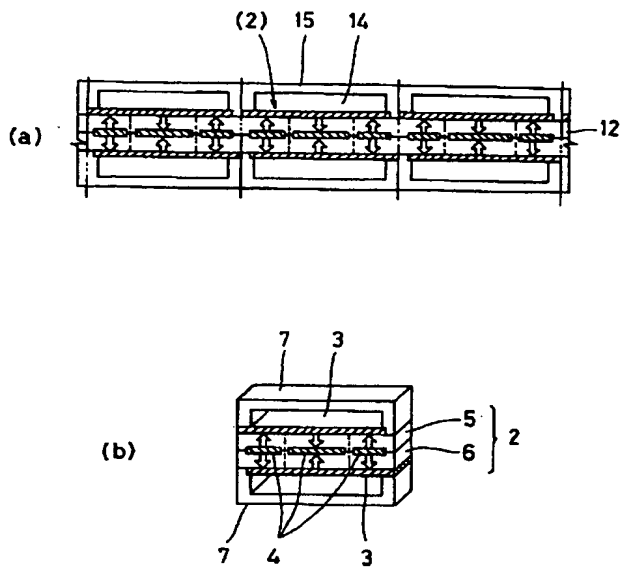
【図 5】



【図2】



【図3】



【図4】

